

# A study on parallel algorithm for particle swarm optimization

著者	李 博
内容記述	Thesis (Ph. D. in Engineering)--University of Tsukuba, (A), no. 5683, 2011.3.25 Includes bibliographical references (leaves 61-68)
発行年	2011
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/114297">http://hdl.handle.net/2241/114297</a>

氏 名 (本籍)	李 <sup>り</sup> 博 <sup>はく</sup> (中 国)
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 5683 号
学位授与年月日	平成 23 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	システム情報工学研究科
学 位 論 文 題 目	<b>A Study on Parallel Algorithm for Particle Swarm Optimization</b> (粒子群最適化法の並列アルゴリズムに関する研究)

主	査	筑波大学教授	学術博士	和 田 耕 一
副	査	筑波大学教授	理学博士	板 野 肯 三
副	査	筑波大学教授	工学博士	海老原 義 彦
副	査	筑波大学教授	博士 (工学)	山 口 喜 教
副	査	筑波大学准教授	博士 (工学)	亀 山 啓 輔

### 論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は、最適化手法の一つである粒子群最適化法 (Particle Swarm Optimization : PSO) の効率良い並列アルゴリズムの提案と評価について述べたものである。PSO は調整すべきパラメータが少なく、アルゴリズムも比較的単純であるため、近年様々な分野において応用研究が進められている。しかし、大規模な最適化問題に適用した場合、最適解を得るのに膨大な計算時間を要することがあるため、高速化手法の開発が期待されている。第 2 章では、まず逐次型 PSO のアルゴリズムについて述べ、収束性を向上させるための様々な工夫について解説している。第 3 章では、代表的な並列モデルである master-slave model と island model を取り上げて詳細に述べるとともに、並列化に際しての課題について論じている。第 4 章では、本論文で提案する delayed exchange parallel PSO (DEP PSO) について詳しく述べている。DEP PSO は、計算ノード間での情報授受タイミングを遅延させることで計算と通信との重ね合わせを実現し、バリア同期時にプロセッサがアイドルになる問題を解決するとともに、ノード間の通信オーバーヘッドを隠蔽できる並列化手法である。第 5 章では、本並列アルゴリズムを PC クラスタ上に実装し、ベンチマーク関数と巡回セールスマン問題を用いて性能評価を行い、提案手法の有効性について論じている。低レイテンシネットワーク環境での評価としてギガビットイーサネットを用いた PC クラスタ上で実行する場合、および高レイテンシネットワーク環境での評価として Grid 環境シミュレータを用いて実行する場合、のそれぞれについて最適解に収束するまでの総実行時間、通信オーバーヘッド、繰り返し回数、収束性の測定結果を示し、考察している。評価結果として、本並列アルゴリズムは、特に高レイテンシネットワーク環境において極めて有効であることを示している。第 6 章では、本論文の結論を述べている。

### 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、最適化手法の一つである粒子群最適化法 (Particle Swarm Optimization : PSO) の効率良い並列

アルゴリズムの提案と評価について述べたものである。計算ノード間でのメッセージ授受タイミングを遅延させることで、ネットワークレイテンシをほぼ完全に隠蔽できる並列アルゴリズムを提案している。評価では、クラスタでの評価に加えて、高レイテンシ通信を仮想的に実現するシミュレータを開発し、複数のベンチマークを用いて性能を測定、考察している。クラスタから Grid まで、様々なレイテンシを持つネットワーク環境で効率よく実行できる並列 PSO アルゴリズムを提案し、詳細に評価している点で評価できる。計算負荷が不均一な問題を用いた評価など、課題は残されているものの、博士（工学）の学位論文としてふさわしい内容と判断する。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。